

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-256359

(43) 公開日 平成8年(1996)10月1日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 13/00			H 0 4 N 13/00	
G 0 2 B 27/22			G 0 2 B 27/22	
G 0 3 B 35/26			G 0 3 B 35/26	

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全10頁)

(21) 出願番号 特願平7-59424

(22) 出願日 平成7年(1995)3月17日

(71) 出願人 592256623

通信・放送機構

東京都港区芝2-31-19

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 梶木 善裕

東京都港区芝2-31-19 パンザビル6

F 通信・放送機構内

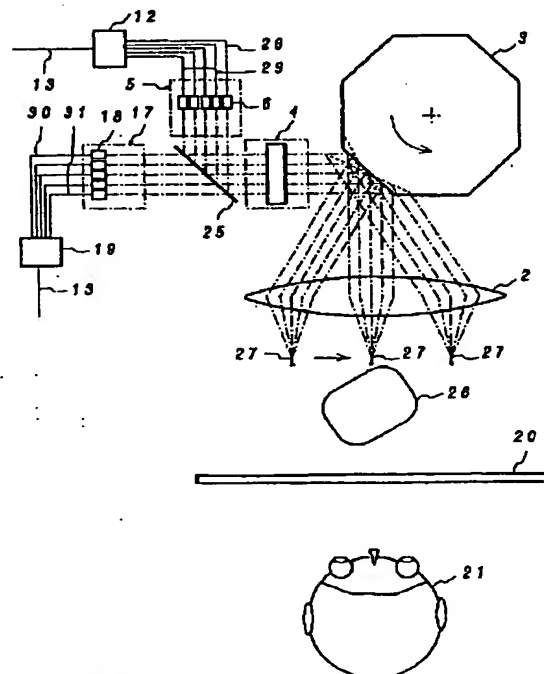
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 立体カメラ、立体ディスプレイ、及び、立体映像システム

(57) 【要約】

【目的】 観察者が自然に観察できる立体動画像を小型の装置で撮影・表示する。

【構成】 撮影の際には、結像レンズ2の焦点27を通る光を受光器列部5に導き、個々の受光器6にて焦点27を特定の角度で通過する光を受光する。ポリゴン鏡3と垂直走査部4で焦点27を高速に2次元走査することで、撮影・表示位置26に置いた物体の特定の角度からの視差像を撮影する。表示の際には、光源列部17の各々の光源18から焦点27に向かって特定の方向からの視差像を投影し、焦点27を高速に2次元走査することで、撮影・表示位置26に立体像を表示する。観察者21は垂直拡散板20を通して立体像を観察する。ハーフミラー25にて光路を分岐し、撮影と表示の走査部を共有する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を受光できる複数の受光器、及び、走査機構とを備え、前記複数の受光器は、空間上のある視点を通過する光の中の限られた立体角の光のみを受光できると共に、それぞれ同一の前記視点を通過する光の中の異なる方向へ進む光を受光できるように配置されており、前記走査機構は前記視点または前記視点の像を縦横に走査する構成を有しており、更に、前記走査機構の走査によって前記受光器へ入射した光量の時間変化を電子的に測定し、記録または伝送する機構を具備していることを特徴とする立体カメラ。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記走査機構は、ポリゴン鏡、ガルバノ鏡、及び、A O 結晶のうちの少なくとも一つからなる光走査機器によって構成されていることを特徴とする立体カメラ。

【請求項 3】 複数の光源及び走査機構とを備え、前記複数の光源は、空間上のある集光点に限られた立体角で集光すると共に、それぞれ同一の前記集光点に異なる方向から集光するように配置されており、前記走査機構は、前記集光点または前記集光点の像を縦横に走査する機構を有し、更に、電子的な立体映像情報に基づいて前記光源の光量を変調する変調機構を具備していることを特徴とする立体ディスプレイ。

【請求項 4】 請求項 3 において、前記走査機構は、ポリゴン鏡、ガルバノ鏡、及び A O 結晶のうちの少なくとも一つからなる光走査機器によって構成されていることを特徴とする立体カメラ。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の立体カメラと請求項 3 に記載の立体ディスプレイを備えると共に、更に、可動ミラーもしくはハーフミラー等の光路分岐機構を具備し、前記光路分岐機構により、前記立体カメラの視点の位置と前記立体ディスプレイの焦点の位置が同一の位置になるよう分岐し、単一の走査する機構を共用するように構成することを特徴とする立体映像システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、医療分野、工業分野、一般家庭等において三次元の立体動画映像を電子的に入力する立体カメラ、電子的な信号を元に立体動画映像を表示する立体ディスプレイ、及び、これら立体カメラ、立体ディスプレイとを含む立体映像システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の立体カメラおよび立体ディスプレイとして、「三次元画像工学」（大越孝敬 著、産業図書）、「三次元画像」（稲田修一 編著、昭見堂）、「3次元ディスプレイ」（増田千尋 著、産業図書）等の文献において、様々な方式が提案されている。

【0003】 これら従来の立体カメラのうち、ステレオ

カメラと知られる代表的な一例を図 11 に示す。図 11 に示す例では、人が左右の二眼で物体を観察する場合と同様に、被写体 1 の像が左右の結像レンズ 2 により 2 枚の写真乾板 3 2 に写し撮られている。このとき、2 枚の写真乾板に記録される映像は、結像レンズの間隔分の視差を持つため、三角測量の場合と同様の原理で立体情報として記録されることになる。図 11 に示された写真乾板を撮像管や固体撮像素子に置き換えた電子式のステレオカメラもある。更に、結像レンズや写真乾板の数を増やして、多数の方向からの視差を記録する、所謂、多眼式の立体カメラも提案されている。

【0004】 他方、従来の立体ディスプレイのうち、ステレオスコープと知られた代表的な一例を図 12 に示す。この立体ディスプレイでは、図 11 のステレオカメラで撮影した左右の画像にあたる 2 枚の写真 3 3 を鏡 3 4 を通して、左右の眼 3 5 で観察することにより、立体映像を表示できる。即ち、2 枚の写真には視差を持つ映像が記録されているため、これら 2 枚の写真 3 3 を鏡 3 4 を通して見れば、人は両眼視差により撮影した物体を立体的に認識できるのである。

【0005】 写真 3 3 をブラウン管や液晶に置き換えた電子式の立体ディスプレイも提案されており、且つ、写真の数を増やして、多数の方向からの視差像を表示する、所謂、多眼式の立体ディスプレイも提案されている。

【0006】 更に、図 13 に示された立体カメラは、従来の立体カメラのもう一つの代表的な方式である小さな円筒レンズ（レンティキュラーレンズ）を用いた立体カメラである。図 13 に示されているように、この立体カメラでは、小さな円筒レンズを多数並べたレンティキュラー・シート（以下、L S と略称する）3 6 を写真乾板 3 2 に密着させ、物体 1 の像を写真乾板に記録する。ここで、L S 3 6 の各々の円筒レンズに対して、写真乾板上には物体を様々な方向から見た像が記録されるため、立体情報を記録する事ができる。

【0007】 ここで、人の両眼は通常の姿勢では水平方向に配置されているので両眼視差は水平方向の視差であり、人は歩行や首の回転等で水平方向に視点を移動する機会が多いが、垂直方向にはあまり視点を動かさない。したがって、実際には垂直視差はあまり重要ではなく、水平方向の視差像しか記録・表示しない L S 方式を採用しても、十分な立体感が得られるのである。

【0008】 尚、L S では、上記したように、水平方向の視差像しか表示できないため、理論上は球面レンズを多数並べたインテグラル・フォトグラフィ（以下、I P）の方が自然な立体像を表示できるが、多数の球面レンズを並べたフライズ・アイ・レンズの製作や写真乾板との位置合わせが非常に困難であることから実用化されていないのが実情である。

【0009】 一方、図 14 には、従来のレンティキュラ

ー・シート(LS)36を用いた立体ディスプレイの一例が示されている。図示されているように、LS36の焦点面に写真33が置かれ、このLS36の背後から照明されている。観察者21がこのディスプレイをLS36の前方から観察すると、LS36の各々の円筒レンズを通して写真上の縦線が円筒レンズの幅に拡大されて見える。この時、円筒レンズを見る方向によって写真上の線の位置が異なるので、写真上に観察方向に応じた視差をもった縦線を記録しておく事により、写真全体で空間に立体像15を観察できるのである。

【0010】他に、ホログラフィと呼ばれるコヒーレント光の干渉を用いた立体像の記録再生方法もあるが、ホログラフィを用いた立体像の記録再生については、「ホログラフィックディスプレイ」(辻内順平 編著、産業図書)、「1990年1月、エス・ピー・アイ・イー・プロシーディングス、第1212号、174頁(SPIE Proceedings, Vol.1212, p.174., January, 1990)」等の文献に詳細に記述されているので、ここでは説明を省略する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】従来の二眼式のステレオカメラおよびステレオスコープや、2つの視差像によるLSを用いたディスプレイの場合、2枚の画像の両眼視差により観察者は立体感を得るが、撮影の際のレンズ間隔とカメラから被写体までの距離等によって輻輳角が固定されてしまうために、観察の際に両眼の輻輳角が立体像までの距離に対応した輻輳角と合わないという問題がある。さらに、撮影の際の画像の焦点位置が固定されてしまうために、焦点面から離れた物体の像がぼやけてしまうという問題がある。これらの問題のために長時間観察を続けると多くの人が頭痛や吐き気を感じたり、場合によっては視覚障害や神経障害を起こすという医学的に重大な課題がある。

【0012】多眼式のステレオカメラおよびステレオスコープの場合、視差の数を増やす事により上記の不自然な立体視の問題を緩和することができる。しかし、多くのカメラやプロジェクタを並べる為には装置が巨大化してしまうという課題がある。

【0013】多視差のLSやIPを用いた立体カメラおよび立体ディスプレイの場合、画素の寸法を一定と仮定すると視差の数を増やすためにはレンズの間隔を広げなければならない。ハロゲン化銀フィルムによる写真や映画の場合には画素の寸法が小さいので視差数のある程度増やす事も可能である。

【0014】しかしながら、電子式の立体カメラおよび立体ディスプレイの場合、画素の寸法がハロゲン化銀フィルムよりも大きいので視差数が増えるとレンズ間隔が増大して立体画像の分解能が低下するという課題がある。例えば、画素の寸法が0.1mmの液晶パネルにLSを密着させて30視差の画像を表示する場合、LSの

ピッチは3mmになり、画像としても3mmの分解能しか表示できない。また、LS面の近傍にある立体の深度解像限界は、前記文献「三次元画像工学」によると、

$$[\text{深度解像限界}] = 2 \times [\text{レンズ間隔}] \times [\text{視距離}] \div [\text{両眼間隔}]$$

である。観察者からLSまでの距離(視距離)を500mm、人間の両眼間隔を62.5mmとすると、上記の設計条件の場合の深度解像限界は48mm程度となり、かなり悪い値になる。

10 【0015】多視差のLSやIPを用いた立体ディスプレイの場合、表示画像を作成する方法が難しい。一見、同一の構成のLSやIPを用いた立体カメラで撮影した画像を用いる事で容易に作成できるようにも、考えられる。しかしながら、実際には、前記文献「三次元画像工学」等にも記されているように、撮影した画像を前後反対から観察する事になってしまうため、そのままでは立体の前後が元の物体と逆になった像(以下、逆視像)しか表示できない。例えば、人間の顔を撮影した場合には、能面を内側から見た場合のような奇妙な像になる。

20 【0016】このような逆視像を元の像に復元することは容易ではなく、通常は画像の計算機処理や特殊な回路による処理が必要である。光学的に逆視像を復元する方法として、同一ピッチの2枚のLSを用いることも提案されているが、位置合わせに高い精度が要求されるという問題がある。

【0017】更に、立体の動画像を記録、又は、再生することは、上記した従来の方式のいずれも、不向きであると言う欠点もある。

30 【0018】本発明の目的は、小型で、且つ、立体の動画像を記録するのに適した立体カメラを提供することである。

【0019】本発明の他の目的は、立体の動画像を再生するのに適した小型の立体ディスプレイ装置を提供することである。

【0020】本発明の更に目的は、逆視像の問題なく、簡単に立体像を再生できる立体映像システムを提供することである。

【0021】

40 【課題を解決するための手段】本発明によれば、空間上のある視点を通過する光の中の限られた立体角の光のみを受光するよう光学的に構成された受光器を複数個具備し、各々の前記受光器が同一の前記視点を通過する光の中の異なる方向へ進む光を受光するように前記受光器を配置し、前記視点または前記視点の像をポリゴン鏡やガルバノ鏡やAO結晶等の光走査機器を用いて高速に縦横に走査する機構と前記受光器へ入射した光量の時間変化を電子的に測定し、記録または伝送する機構を具備した立体カメラが得られる。

50 【0022】更に、本発明によれば、空間上のある集光点に限られた立体角で集光するよう光学的に構成された

光源を複数個具備し、各々の前記光源が同一の前記集光点に異なる方向から集光するように前記光源を配置し、前記集光点または前記集光点の像をポリゴン鏡やガルバノ鏡やA O結晶等の光走査機器を用いて高速に縦横に走査する機構と電子的な立体映像情報に基づいて前記光源の光量を変調する変調機構を具備する立体ディスプレイが得られる。

【0023】また、本発明では、前述した立体カメラと前述した立体ディスプレイとを組み合わせた立体映像システムにおいて、可動ミラーもしくはハーフミラー等の光路分岐機構を具備し、前記光路分岐機構により、前記立体カメラの視点の位置と前記立体ディスプレイの焦点の位置が同一の位置になるよう分岐し、単一の走査する機構を共用するように構成した立体映像システムが得られる。

【0024】

【実施例】次に、本発明の実施例を図に基づいて説明する。

【0025】図1は、本発明の第1の実施例に係る立体カメラの全体構成を示す図であり、ここでは、水平光路を主に示している。水平光路に関わる立体カメラの全体的な構成は、結像レンズ2と、ポリゴン鏡3と、垂直走査部4と、受光器列部5と、ビデオレコーダ12と、伝送線路13とからなる。

【0026】図2は、図1に示した立体カメラの垂直光路を示す構成図であり、図に示すように、水平光路に関わる構成に加え、垂直走査部4に、ガルバノ鏡8、及び、鏡9が設けられている。実際には、図1に示すように、ポリゴン鏡3の手前に結像レンズ2があり、受光器列部5の横にビデオレコーダ12と、伝送線路13とが設けられているが、図2では重複を避けるために省略されている。

【0027】図3は、図1に示された第1の実施例の受光器列部の構成図である。受光器列部5は、複数の集光レンズ10と、複数の開口を持つアパーチャ11と、複数の受光器6とによって構成されている。

【0028】次に、図1、図2、及び、図3を用いて、この実施例に係る立体カメラの動作を説明する。視点7を通過する光を、結像レンズ2とポリゴン鏡3と垂直走査部4を通して、受光器列部5に導く。視点7は結像レンズ2の焦点面上にあり、視点7を通った光は結像レンズ2で平行な光束に変換される。このとき、光束の中心からの距離は視点7への入射角に対応し、その対応はポリゴン鏡3や垂直走査部4を通して、受光器列部5に入射するまで維持される。

【0029】受光器列部5には、複数の集光レンズ10がアレイ状に配置されており、受光器列部5に入射する光束は各々の集光レンズ10に入射する光に分割される。集光レンズ10の焦点面上にアパーチャ11を配置し、アパーチャ11の複数の開口により、視点7以外を

通った光を遮光する。アパーチャ11の後方に各々の集光レンズ10を通った光を受光する受光器6を配置し、光量を電気信号に変換する。このとき、各々の受光器6に入射する光量は、視点7を特定の入射角で通過した光の光量になる。このように、各受光器6は、同一の視点7を通過する光の内、異なる方向へ進む光を受光するように、配置されている。

【0030】また、結像レンズ2の焦点の位置にポリゴン鏡3の反射面が置かれており、このポリゴン鏡3を回転させると、視点7を透過する光の視点7に対する入射角と受光器列部5への入射角との関係は、一定に保たれたまま、視点7を水平走査される。また、ガルバノ鏡8を振動させると、視点7を垂直走査できる。

【0031】図3には、図を簡略化するために集光レンズ10や受光器6を5組だけ記したが、実際には、マイクロレンズやフォトダイオードアレイが多数並べられている。具体的には、結像レンズ2の焦点距離を100mmとし、1mm間隔で30個の集光レンズ10や受光器6を並べた。この時、各々の受光器6に入る光は視点7を通る光を0.57度刻みで受光したものであり、30個の受光器6全体で約17度の範囲を受光できる。

【0032】実際に、図示された立体カメラにおけるポリゴン鏡3の反射面の数を16面とし、毎分6000回転で回転させると共に、ガルバノ鏡8を32Hz程度の鋸歯状波で駆動した場合、ガルバノ鏡が1往復する間にポリゴン鏡は50面が回転するので、家庭用のテレビと同様なラスタースキャンにより走査線数50本、毎秒31フレームの更新速度で、視点7を2次元に移動させることができる。

【0033】したがって、視点7の前方に被写体1を置くと、各々の受光器6からの信号の時間変化は被写体1を一定の方向から見た視差像に相当するため、各々の受光器6からの信号の時間変化をビデオレコーダ12にて記録したり、伝送線路13により他の機器へ伝送したりすることにより被写体1の視差像の動き、即ち、立体動画像を記録・伝送できる。

【0034】上記した例の場合、視差像は、約17度の範囲を0.57度刻みで30方向から見たものであり、視差の刻みが非常に小さいことが特徴である。

【0035】本発明では、複数の受光器6を並べているため、立体カメラ全体の構成が巨大化することはない。

【0036】また、個々の視差像の分解能はLS方式の立体カメラのように視差数に依存する事はない。ここで、フォトダイオードの周波数帯域を1MHzとしても、水平方向の1回の走査で625画素分の情報を分解でき、従来の家庭用テレビと同等の画素数を撮影できる。1MHzの周波数帯域は、通信用のフォトダイオード等で容易に得られる値である。

【0037】このようにして撮影した立体動画像の表示

については、後述する。

【0038】図4は、図1に示された立体カメラに使用できる受光器列部5の他の例を示す図であり、他の部分は、図1および図2に示された実施例と同様である。図示された受光器列部5は、第1の凸レンズ14aと、第2の凸レンズ14bと、アパーチャ11と、複数の受光器6とによって構成されている。

【0039】以下、図1、図2、及び、図4を用いて、この実施例に係る動作を説明する。図1及び図2に示されたのと同様な過程で受光器列部5に入射した光束は、第1の凸レンズ14aで集光される。第1の凸レンズ14aの焦点には、アパーチャ11が置かれ、視点7以外を通った光は遮光される。

【0040】一方、アパーチャ11の後方に第2の凸レンズ14bが配置されており、アパーチャ11の開口が第2の凸レンズ14bの焦点位置になるように配置されている。第2の凸レンズ14bを透過した光束の中に多数の受光器6を並べると、各々の受光器6に入射する光量は、視点7を特定の入射角で通過した光の光量になる。その他の動作は図3の受光器列部5の動作と同様であるので、説明を省略する。

【0041】図4には、図を見やすくするために受光器6を5個だけ記したが、実際には、フォトダイオードが多数を並べられている。具体的には、第1の凸レンズ14aの焦点距離を30mm、第2の凸レンズ14bの焦点距離を150mmにし、5mm間隔で30個の受光器6が配列された。結像レンズ2は第1の実施例と同じものを用い、視差像の刻みも0.57度と同じ仕様となっている。

【0042】2枚の凸レンズとアパーチャによる空間フィルタを構成することにより、受光器の間隔を広げることができ、マイクロレンズやフォトダイオードアレイでなく通常のレンズやダイオードで構成できる。この場合にも、図3の特徴が損なわれることはない。

【0043】図1乃至図4に示した実施例では、視点7を結像レンズ2の焦点面上に配置した。この条件は結像レンズ2を通った光束を平行光とすることで、ポリゴン鏡3の大きさを最小にするためであり、視点7を通る光が各々の受光器5に導けるような配置であれば、視点7を結像レンズ2の焦点面以外に置いていても良い。結像レンズ2の焦点の位置にポリゴン鏡3の反射面を置いたのは、個々の受光器6の信号が被写体1を一定の方向から見た視差像にして再生・表示を容易にするためであり、必ずしも焦点に置かなくてもよい。垂直走査に関しては、ガルバノ鏡8と結像レンズ2の間に円筒レンズを挿入して結像レンズ2の焦点にガルバノ鏡を位置付け、ガルバノ鏡に結像させると、水平走査面の光路を水平に保ったまま視点7を垂直走査できるので再生・表示が容易になる。

【0044】また、視点7の走査方法として、ポリゴン

鏡3を高速で回転させ、ガルバノ鏡8を32Hzの鋸歯状波で駆動するラスタースキャンを用いたが、ガルバノ鏡8の代わりに共振型スキャナを用いて垂直方向に8kHz程度の高速で往復走査し、水平走査のポリゴン鏡3の回転数を遅くしたり、ポリゴン鏡3の代わりにガルバノ鏡を用いてもよい。

【0045】図4では、受光器列部5に入射した光束を、第1の凸レンズ14aで集光したが、光学的には結像レンズ2と第1の凸レンズ14aからなる複合レンズにて、視点7の像をアパーチャ11に結像させていると考える事ができ、第1の凸レンズ14aを省略したり、間に他のレンズを加えてもかまわない。また、アパーチャ11の後方に第2の凸レンズ14bを配置して光束を平行に戻したが、受光器6を放射状に配置するなど第2の凸レンズ14bを省略しても良い。

【0046】図5は、本発明の他の実施例に係る立体ディスプレイを説明するための図であり、ここでは、立体ディスプレイの水平光路を示している。水平光路に関わる全体的な構成は、垂直拡散板20と、結像レンズ2と、ポリゴン鏡3と、垂直走査部4と、光源列部17と、変調器19と、伝送線路13とによって構成されている。

【0047】図6は、図5に示された立体ディスプレイの垂直光路を示す構成図であり、ここでは、垂直拡散板20が設けられている。垂直拡散板20とは、垂直方向に曲率を持つ円筒レンズのアレイなど、垂直方向にのみ光を拡散する板で、ここではレンチキュラーシートを横に向けたものを用いた。実際には、ポリゴン鏡3の手前に垂直走査部4と、光源列部17と、変調器19と、伝送線路13があるが、図6では重複を避けるために省略されている。垂直走査部4は図2の垂直走査部4と同様であり、ガルバノ鏡8と、鏡9とによって構成されている。

【0048】図7は、図5及び図6に示された立体ディスプレイの光源列部を示す構成図である。光源列部17は、複数のコリメートレンズ22と、複数の光源18とによって構成されている。

【0049】次に、図5、図6、図7を用いて、本実施例に係る立体ディスプレイの動作を説明する。複数の光源18を出た光は、コリメートレンズ22、垂直走査部4、結像レンズ2を通して、集光点16に導かれ、垂直拡散板20を通して観察者21によって観察される。

【0050】この例の場合、光源18は、コリメートレンズ22の焦点に置かれ、コリメートレンズ22を通った光は平行光になる。光源18とコリメートレンズ22を平行に配置し、光源列部17を出る光は平行光が並んだ光束にされる。この光束は、ガルバノ鏡8やポリゴン鏡3を通っても維持され、結像レンズ2の焦点面上に集光される。このような配置にすると、1つの光源18の光は集光点16を特定の角度で通過する光になり、個々

の光源18の強度を変調する事により集光点16を通過する光の角度に対する強度を任意に変調する事が出来る。

【0051】図1乃至図4を参照して説明した立体カメラの場合と同様に、結像レンズ2の焦点の位置にポリゴン鏡3の反射面を置き、ポリゴン鏡3を回転させると、光源18と集光点16を透過する光の角度の関係を一定に保ったまま集光点16を水平走査できる。また、ガルバノ鏡8を振動させると、集光点16を垂直走査できる。

【0052】このように、ポリゴン鏡3とガルバノ鏡8を駆動する事で、集光点16を高速に2次元的に走査することができる。1つの光源18を走査に併せて変調するときの画像は、特定の方向からの視差像になるため、多数の光源18からの視差像を集光点16を走査する面上に重ね合わせる事になり、集光点16の前後に光源18の数の視差像を投影できる。光源18を図7のように水平方向にのみ並べる場合には、集光点16を通る光は水平面内のみ分布するため、図6に示すように、視差像を投影する空間の先に垂直拡散板20を置いて垂直方向に散乱させると、観察者21は垂直拡散板20を通して視差像を投影した空間に立体像15を観察できる。伝送線路13からの立体映像情報により変調器19にて多数の光源18の光量を変調し、変調に同期して走査を行う事により、立体動画像を表示できる。

【0053】図7には、図を簡略化するために、光源7やコリメートレンズ22を5組だけ図示したが、実際には、マイクロレンズやアレイレーザを多数配列することによって構成される。具体的には、結像レンズ2の焦点距離を100mmとし、1mm間隔で30個の光源18やコリメートレンズ22を並べた。この時、各々の光源18から投影する視差像は0.57度刻みの視差で、30個の光源18全体で約17度の範囲に画像を投影できる。

【0054】観察者21が集光点16から500mm離れた位置で観察すると、人間の両眼間隔は62.5mm程度なので、画像の投影範囲が約17度あれば90mm程の余裕をもって両眼で立体像を観察できる。さらに、人間の瞳孔は室内では5mm程度の大きさで開いているので、視差像の刻みが0.57度以下であれば単眼の瞳孔内にも2つ以上の視差像が入射することになる。単眼の瞳孔内に2つ以上の視差像が入射すると、眼球が空間上の立体像15の位置に焦点調節を行えば網膜上で2つの視差像が重なり、両眼視差や輻輳だけでなく焦点調節までも機能する自然な立体像を表示する事ができる。見え方が自然なため、長時間観察しても疲労感はなく、医学的な問題はない。この立体画像の仕様は、図1乃至図4の立体カメラによって撮影された画像と同一である。このことは、図1乃至図4の立体カメラでは両眼視差や輻輳だけでなく焦点調節までも機能する自然な立体像を

撮影できることも示している。

【0055】ポリゴン鏡やガルバノ鏡による2次元走査の動作も、前述した立体カメラの場合と同一なので説明を省略する。

【0056】上記した構成を採用した場合、立体ディスプレイ自体が巨大化することはない。また、個々の視差像の分解能はLS方式の立体プロジェクタのように視差数に依存する事もない。水平方向の1回の走査で625画素を表示するとしても光源の周波数帯域は1MHzであり、従来の家庭用テレビと同等の画素数を撮影できる。1MHzの周波数帯域は、半導体レーザや通信用LEDの直接変調等で容易に得られる値である。

【0057】図8は、図5及び図6に示した立体ディスプレイに使用できる光源列部の他の構成を示す図である。図8に示された光源列部17は、複数の光源18と、マスク23と、複数の投影レンズ24とによって構成されている。

【0058】以下、図5、図6、及び、図8を用いて、本実施例の動作を説明する。光源18を出た光でマスク23を照明し、マスク23の先に投影レンズ24をマスク23が焦点になるように配置して、マスク23の開口を無限遠方に投影する。このような光源18、マスク23の開口、投影レンズ24の組を多数平行に並べ、光源列部17を出る光を多数の平行光が並んだ光束にする。その他の動作は前述した実施例と同様であるので、説明を省略する。

【0059】マスクを集光点に投影することにより、LED等のコリメートが困難な光源を使っても集光点に小さなスポットを形成できる。この場合にも、図5及び図6に示した実施例の特徴が損なわれることはない。

【0060】図9は、図5及び図6に示した立体ディスプレイに使用できる光源列部17の他の例である。図示された光源列部17は、第1の凸レンズ14aと、第2の凸レンズ14bと、複数の光源18とによって構成されている。

【0061】図5、図6、図9を用いて、本実施例の動作を説明する。光源18として、平行光を放出する多数の光源が平行に並べられている。多数の光源18からの平行光は、第2の凸レンズ14bにて1点に集光され、第1の凸レンズ14aにて再び平行光に戻される。その他の動作は前述した実施例と同様であるので、説明を省略する。

【0062】第1の凸レンズ14aと第2の凸レンズ14bの焦点距離の比率に応じて光束の幅を任意に変換できるため、ガスレーザ等の寸法の大きな光源を用いても視差の刻みを小さくする事ができる。この場合にも、図5及び図6を参照して説明した実施例の特徴が損なわれることはない。

【0063】図5乃至図9に示された立体ディスプレイでは、集光点16を結像レンズ2の焦点面上に置いた

が、この条件は結像レンズ2を通った光束を平行光とすることでポリゴン鏡3の大きさを最小にできるためであり、各々の光源18を出た光が集光点16を通るような配置であれば、集光点16を結像レンズ2の焦点面以外に置かれても良い。結像レンズ2の焦点の位置にポリゴン鏡3の反射面を置いたのは、個々の光源18の投影像が立体像15を一定の方向から見た視差像となるようにして元画像の記録および画像信号の処理を容易にするためであり、必ずしも焦点に置かなくてもよい。垂直走査に関しては、ガルバノ鏡8と結像レンズ2の間に円筒レンズを挿入して結像レンズ2の焦点にガルバノ鏡を結像させると、水平走査面の光路を水平に保ったまま集光点16を垂直走査できるので再生・表示が容易になる。また、2次元走査の方法もポリゴン鏡とガルバノ鏡でなくともよい。

【0064】図9の例では、第2の凸レンズ14bで集光した光を、再び第1の凸レンズ14aで平行光に戻したが、光学的には第2の凸レンズ14bの集光点の像を第1の凸レンズ14aと結像レンズ2からなる複合レンズにて集光点16に結像させていると考える事ができ、第1の凸レンズ14aを省略したり、間に他のレンズを加えたりしてもかまわない。また、光源18を平行に配置して第2の凸レンズ14bで集光したが、光源18を放射状に配置するなど第2の凸レンズ14bを省略してもよい。

【0065】図1乃至4を参照して説明した立体カメラで撮影した画像を、図5乃至図9を参照して説明した立体ディスプレイで表示する場合、光学系の構成が相似であれば個々の受光器および光源による視差像の構成も相似となるため、計算機等による画像処理を行わなくても元の被写体が立体像となって観察できる。従って、従来は立体画像は情報量が膨大なために計算処理に多大な時間を要して、動画像を取り扱う事が困難であったが、本発明により実時間での立体動画像の記録・再生が可能になる。

【0066】図10は、本発明の更にもう一つの実施例に係る立体映像システムを説明するための図であり、ここでは、水平光路が示されている。水平光路に関わる全体的な構成は、垂直拡散板20と、結像レンズ2と、ポリゴン鏡3と、垂直走査部4と、ハーフミラー25と、受光器列部5と、ビデオレコーダ12と、伝送線路13と、光源列部17と、変調器19とによって構成されている。

【0067】垂直走査部4の構成は図2と同一であり、垂直拡散板20の配置は図6と同一であるので省略する。

【0068】撮影の際には、撮影・表示位置26に被写体を置き、結像レンズ2の焦点27を視点にして、ハーフミラー25を介して、前述した立体カメラの場合と同様にして、立体動画像を撮影する。表示の際には、立体

ディスプレイの場合と同様に、光源列部17を出た光束をハーフミラー25を通して焦点27に集光し、視差像を表示すると、観察者21は垂直拡散板20を通して撮影・表示位置26に立体像を観察する。その他の動作は、先に説明した立体カメラ及び立体ディスプレイと同様であるので、説明を省略する。

【0069】図10のように、走査系および結像系を共有し、ハーフミラー25により光路を分岐することにより、1台の装置で立体動画像の撮影および表示が可能な立体カメラおよび立体ディスプレイを構成する事ができる。また、走査系および結像系を共有しているので、撮影時と表示時の光学系の構成を同一にする事が容易で、計算機等による画像処理を行わなくてもよい。

【0070】図10を参照してより具体的に説明すると、図10において、立体26を左からみた視差像が伝わる第1の信号線28の画像を第3の信号線30を伝わる信号にて表示すると、観察者21から見ると左から投影される視差像になり、立体26を右からみた視差像が伝わる第2の信号線29の画像を第4の信号線31を伝わる信号にて表示すると、観察者21から見ると右から投影される視差像になる。つまり、受光器6と光源18の左右の結線を反転させることにより、計算機や特殊な回路による補正を行わなくても逆視像の問題を極めて容易に回避できる。これは、前述した立体カメラ及び立体ディスプレイの場合でも同様である。

【0071】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の一実施例に係る立体カメラは、空間上のある視点を通ずる光の中の限られた立体角の光のみを受光するよう光学的に構成された受光器を複数個具備している。この場合、各々の受光器は同一の前記視点を通ずる光の中の異なる方向へ進む光を受光するように配置されているから、前記視点または前記視点の像をポリゴン鏡やガルバノ鏡やAO結晶等の光走査機器を用いて高速に縦横に走査する機構から前記受光器へ入射した光量の時間変化を電子的に測定し、記録または伝送することにより、観察者が自然に観察できる立体動画像を小型の装置で撮影できるという効果がある。

【0072】更に、本発明の他の実施例に係る立体ディスプレイは、空間上のある集光点に限られた立体角で集光するよう光学的に構成された光源を複数個具備している。この場合、各々の光源が同一の前記集光点に異なる方向から集光するように、光源が配置されているから、前記集光点または前記集光点の像をポリゴン鏡やガルバノ鏡やAO結晶等の光走査機器を用いて高速に縦横に走査する機構と電子的な立体映像情報に基づいて前記光源の光量を変調することにより、観察者が自然に観察できる立体動画像を小型の装置で表示できるという効果がある。

【0073】また、上記した立体カメラ及び立体ディス

プレイを、可動ミラーもしくはハーフミラー等の光路分岐機構と組み合わせることにより、1台の装置で撮影と表示ができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る立体カメラの全体構成を説明するための構成図である。

【図2】図1に示された立体カメラに使用できる垂直光路を示す構成図である。

【図3】図1に示された立体カメラに使用できる受光器列部の一例を示す構成図である。

【図4】図1に示された立体カメラに使用できる受光器列部の他の例を説明するための構成図である。

【図5】本発明の第2の実施例に係る立体ディスプレイの全体構成を説明するための構成図である。

【図6】図5に示された立体ディスプレイに使用できる垂直光路を説明するための構成図である。

【図7】図5に示された立体ディスプレイに使用できる光源列部の一例を示す構成図である。

【図8】図5に示された立体ディスプレイに使用できる光源列部の他の例を示す構成図である。

【図9】図5に示された立体ディスプレイに使用できる光源列部のもう一つの例を示す構成図である。

【図10】本発明の第3の実施例に係る立体映像システ

ムを説明するための構成図である。

【図11】従来のステレオカメラの構成を示す図である。

【図12】従来のステレオスコープの構成を示す図である。

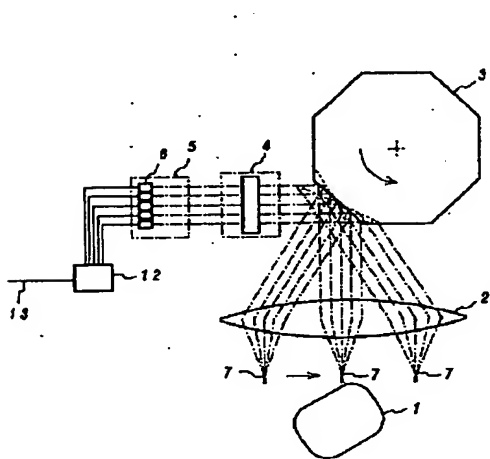
【図13】従来のレンティキュラーシートを用いた立体カメラの構成を説明するための図である。

【図14】従来のレンティキュラーシートを用いた立体ディスプレイの構成を説明するための図である。

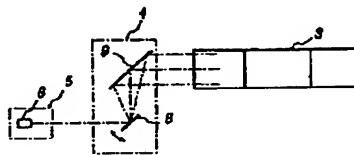
【符号の説明】

1. 被写体、2. 結像レンズ、3. ポリゴン鏡、4. 垂直走査部、5. 受光器列部、6. 受光器、7. 視点、8. ガルバノ鏡、9. 鏡、10. 集光レンズ、11. アパーチャ、12. ビデオレコーダ、13. 伝送線路、14a. 第1の凸レンズ、14b. 第2の凸レンズ、15. 立体像、16. 集光点、17. 光源列部、18. 光源、19. 変調器、20. 垂直拡散板、21. 観察者、22. コリメートレンズ、23. マスク、24. 投影レンズ、25. ハーフミラー、26. 撮影・表示位置、27. 焦点、28. 第1の信号線、29. 第2の信号線、30. 第3の信号線、31. 第4の信号線、32. 写真乾板、33. 写真、34. 鏡、35. 眼、36. レンティキュラー・シート(LS)

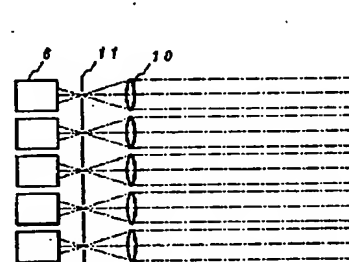
【図1】



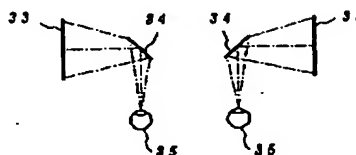
【図2】



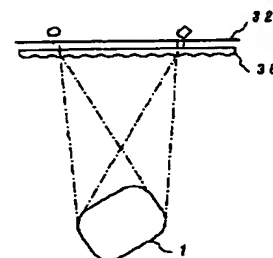
【図3】



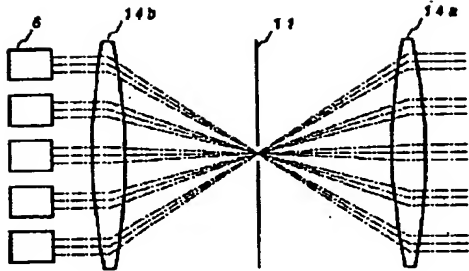
【図12】



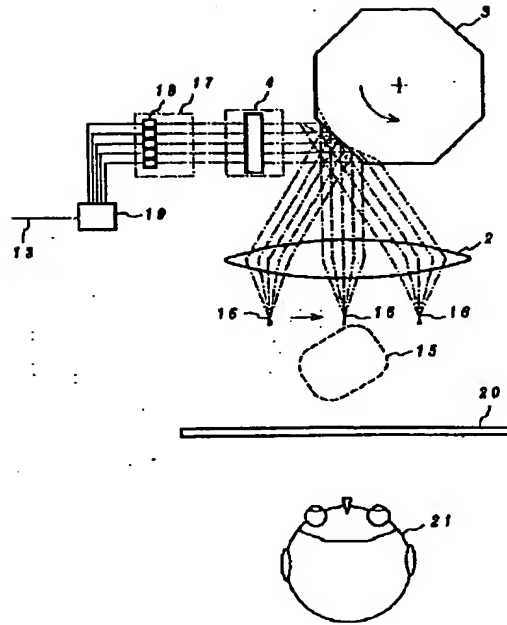
【図13】



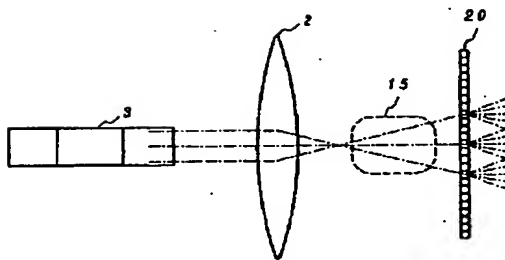
【図4】



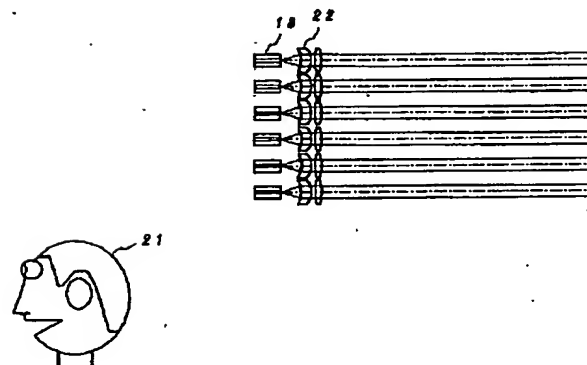
【図5】



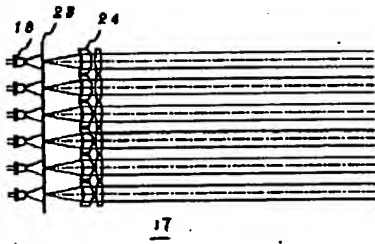
【図6】



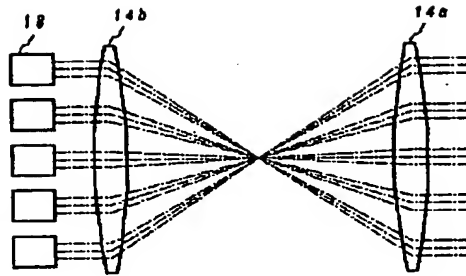
【図7】



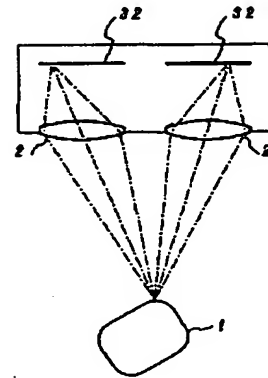
【図8】



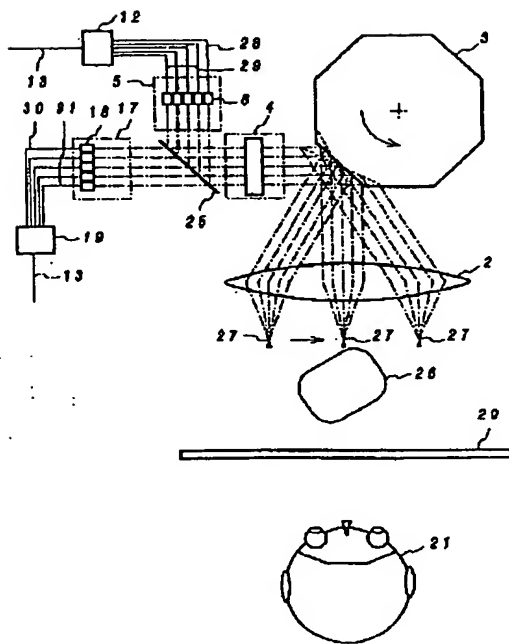
【図9】



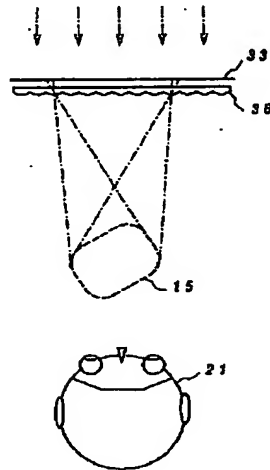
【図11】



【図10】



【図14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.